

Ventil zur Steuerung einer Verbindung in einem
Hochdruckflüssigkeitssystem, insbesondere einer
Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Ventil zur Steuerung einer Verbindung in einem Hochdruckflüssigkeitssystem, insbesondere einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

Ein solches Ventil ist durch die EP 0 840 003 A bekannt. Dieses Ventil dient zur Steuerung einer Verbindung in einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine. Das Ventil weist ein Ventilglied auf, das in Richtung seiner Längsachse verschiebbar geführt ist, das in einen Ventildruckraum hineinragt und das im Ventildruckraum an einer quer zu seiner Längsachse angeordneten Stirnseite eine Dichtfläche aufweist. Das Ventilglied wirkt mit seiner Dichtfläche mit einem quer zu dessen Längsachse angeordneten Ventilsitz zum Verschließen einer vom Ventilsitz umgebenen Öffnung gegenüber dem Druckraum zusammen. Im Ventildruckraum herrscht dabei Hochdruck und an die Öffnung schließt sich ein zu einem Niederdruckbereich führender Kanal an, wobei durch das Ventilglied die Verbindung des Ventildruckraums mit dem Niederdruckbereich und damit der Druck im Ventildruckraum gesteuert wird. Bei geöffnetem Ventil, wenn dieses mit seiner Dichtfläche vom Ventilsitz abgehoben ist, strömt aus dem Ventildruckraum Kraftstoff in den Niederdruckbereich ab. Durch den ausströmenden Kraftstoff werden in Richtung von dessen Längsachse auf das Ventilglied wirkende Kräfte erzeugt, die dazu führen können, dass das Ventilglied unkontrollierte Bewegungen in Richtung seiner

Längsachse ausführt. Dies kann dazu führen, dass die Kraftstoffeinspritzung, vor allem die eingespritzte Kraftstoffmenge, nur ungenau gesteuert werden kann oder sogar ein völliger Funktionsausfall des Ventils und damit der Kraftstoffeinspritzeinrichtung auftritt. Ausserdem kann es infolge der hohen Strömungsgeschwindigkeit des aus dem Ventildruckraum in den Niederdruckbereich abströmenden Kraftstoffs und der nicht optimalen Strömungsführung bei dem bekannten Ventil zu Kavitation und damit zu Beschädigungen des Ventilglieds und/oder des Ventilsitzes kommen.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Ventil mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die Funktionsfähigkeit des Ventils sichergestellt ist, da auf das Ventilglied durch den aus dem Ventildruckraum ausströmenden Kraftstoff zumindest annähernd keine oder nur geringe Kräfte erzeugt werden.

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Ventils angegeben. Die Ausbildung gemäß Anspruch 2 ermöglicht eine einfache Ausbildung des Zapfens zur Erzielung der angestrebten Wirkung. Die Ausbildung gemäß Anspruch 5 ermöglicht eine zumindest annähernd kavitationsfreie Flüssigkeitsströmung am Ventilglied und am Ventilsitz entlang.

Zeichnung

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in einem Längsschnitt in vereinfachter Darstellung mit einem

Ventil, Figur 2 in vergrößerter Darstellung das Ventil in einem Längsschnitt gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 3 eine gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel modifizierte Ausführung des Ventils, Figur 4 das Ventil in einem Längsschnitt gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, Figur 5 das Ventil gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel mit einer Flüssigkeitsströmung und Figur 6 das Ventil gemäß einer gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel modifizierten Ausführung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist beispielsweise als sogenannte Pumpe-Düse-Einheit ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil 12 auf, die eine gemeinsame Baueinheit bilden. Alternativ kann die Kraftstoffeinspritzeinrichtung auch als sogenanntes Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet sein, bei dem die Kraftstoffhochdruckpumpe und das Kraftstoffeinspritzventil jedes Zylinders getrennt voneinander angeordnet und über eine Leitung miteinander verbunden sind. Weiterhin kann die Kraftstoffeinspritzeinrichtung auch als Speicher-Einspritzsystem ausgebildet sein, bei dem mittels einer Hochdruckpumpe Kraftstoff in einen Speicher gefördert wird, mit dem wenigstens ein Injektor verbunden ist, an dem ein Steuerventil angeordnet ist, das wie das nachfolgend beschriebene Ventil 70 ausgebildet ist. Das nachfolgend beschriebene Ventil 70 kann außerdem auch bei einem Speicher-Einspritzsystem verwendet werden, bei dem ein Druckübersetzer vorgesehen ist, der vorzugsweise nahe am Injektor oder in den Injektor integriert ist, wobei das

Ventil 70 zur Steuerung des Druckübersetzers vorgesehen ist. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen Pumpenkörper 14 mit einer Zylinderbohrung 16 auf, in der ein Pumpenkolben 18 dicht geführt ist, der zumindest mittelbar durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt in der Zylinderbohrung 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 des Kraftfahrzeugs zugeführt.

Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen mit dem Pumpenkörper 14 verbundenen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, und in dem ein Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Der Ventilkörper 26 weist an seinem dem Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine, vorzugsweise mehrere Einspritzöffnungen 32 auf. Das Einspritzventilglied 28 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 34 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 in dessen dem Brennraum zugewandtem Endbereich ausgebildeten Ventilsitz 36 zusammenwirkt, von dem oder nach dem die Einspritzöffnungen 32 abführen. Im Ventilkörper 26 ist zwischen dem Einspritzventilglied 28 und der Bohrung 30 zum Ventilsitz 36 hin ein Ringraum 38 vorhanden, der in seinem dem Ventilsitz 36 abgewandten Endbereich durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 in einen das Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das Einspritzventilglied 28 weist auf Höhe des Druckraums 40 durch eine Querschnittsverringering eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des Einspritzventilglieds 28 greift eine vorgespannte Schließfeder 44 an, durch die das Einspritzventilglied 28

zum Ventilsitz 36 hin gedrückt wird. Die Schließfeder 44 ist in einem Federraum 46 des Ventilkörpers 26 angeordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt.

An den Federraum 46 schließt sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 an, in der ein Steuerkolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Die Bohrung 48 bildet einen Steuerdruckraum 52, der durch den Steuerkolben 50 als bewegliche Wand begrenzt wird. Der Steuerkolben 50 stützt sich über eine gegenüber diesem im Durchmesser kleinere Kolbenstange 51 am Einspritzventilglied 28 ab und kann mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden sein. Der Steuerkolben 50 kann einstückig mit dem Einspritzventilglied 28 ausgebildet, ist jedoch aus Gründen der Montage vorzugsweise als separates Teil mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden.

Vom Pumpenarbeitsraum 22 führt gemäß Figur 1 durch den Pumpenkörper 14 und den Ventilkörper 26 ein Kanal 60 zum Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12. Vom Pumpenarbeitsraum 22 oder vom Kanal 60 führt ein Kanal 62 zum Steuerdruckraum 52. Mit dem Steuerdruckraum 52 ist außerdem ein Kanal 64 verbindbar, der eine Verbindung zu einem Entlastungsraum bildet, als der zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder ein anderer Bereich dienen kann, in dem ein geringer Druck herrscht. Vom Pumpenarbeitsraum 22 oder vom Kanal 60 führt eine Verbindung 66 zu einem Entlastungsraum ab, die durch ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil 68 gesteuert wird. Als Entlastungsraum kann zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder ein anderer Niederdruckbereich dienen. Das Steuerventil 68 kann wie in Figur 1 dargestellt als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein. Die Schaltung des Steuerventils 68 zwischen seinen beiden Schaltstellungen erfolgt durch einen Aktor 69, der

beispielsweise ein Elektromagnet sein kann, gegen eine Rückstellfeder.

Zur Steuerung des Drucks im Steuerdruckraum 52 ist ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil 70 vorgesehen. Das zweite Steuerventil 70 ist als 3/2-Wegeventil ausgebildet, das zwischen zwei Schaltstellungen umschaltbar ist. In einer ersten Schaltstellung des Steuerventils 70 ist durch dieses der Steuerdruckraum 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden und vom Entlastungsraum 24 getrennt und in einer zweiten Schaltstellung des Steuerventils 70 ist durch dieses der Steuerdruckraum 52 vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt und mit dem Entlastungsraum 24 verbunden. In der Verbindung 62 des Steuerdruckraums 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 ist eine Drosselstelle 63 vorgesehen und in der Verbindung 64 des Steuerdruckraums 52 mit dem Entlastungsraum 24 ist eine Drosselstelle 65 vorgesehen. Die Drosselstelle 63 kann in der Verbindung 62 stromaufwärts vor dem Steuerventil 70 oder wie in Figur 1 dargestellt in der Verbindung 62 stromabwärts nach dem Steuerventil 70 angeordnet sein. Das Steuerventil 70 weist einen Aktor 71 auf, der ein Elektromagnet, ein piezoelektrischer Aktor oder ein magnetostriktiver Aktor sein kann, und durch den das Steuerventil 70 gegen eine Rückstellfeder zwischen seinen beiden Schaltstellungen umgeschaltet werden kann. Die beiden Steuerventile 68, 70 werden durch eine elektronische Steuereinrichtung 67 angesteuert.

Das zweite Steuerventil 70 wird nachfolgend anhand der Figur 2 näher erläutert. Das Steuerventil 70 weist ein Ventilglied 72 auf, das in Richtung seiner Längsachse 73 über einen Schaft 74 verschiebbar geführt ist und das mit einem im Durchmesser gegenüber dem Schaft 74 vergrößerten Endbereich 75 in einen Ventildruckraum 77 ragt. In den Ventildruckraum 77 mündet einerseits die Verbindung 62 zum Pumpenarbeitsraum

22 und andererseits die Verbindung 64 zum Entlastungsraum 24. Die Verbindung 62 verläuft dabei als ein zwischen dem Schaft 74 und einer diesen umgebenden Bohrung 76 ausgebildeter Ringspalt. Die Bohrung 76 ist im Durchmesser kleiner ausgebildet als der Ventildruckraum 77. Die in Form eines Kanals oder einer Bohrung ausgebildete Verbindung 64 mündet in einer Öffnung 78 in den Ventildruckraum 77 und ist von einer Fläche 79 umgeben, die quer, vorzugsweise zumindest annähernd senkrecht zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 verläuft und die einen Ventilsitz bildet. Das Ventilglied 72 weist zum Ventilsitz 79 hin einen zumindest annähernd zylinderförmigen Ansatz 80 auf, dessen Stirnseite eine Dichtfläche 81 bildet, die quer, vorzugsweise zumindest annähernd senkrecht zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 verläuft. Der Ansatz 80 weist einen kleineren Durchmesser auf als der Endbereich 75 des Ventilglieds 72, wobei der Durchmesser des Ansatzes 80 jedoch größer ist als der der Öffnung 78.

Die Dichtfläche 81 verläuft wie in Figur 2 dargestellt ausgehend vom äußeren Rand des Ventilglieds 72 radial nach innen derart geneigt, dass der Abstand zwischen dieser und dem Ventilsitz 79 in Richtung der Längsachse 73 des Ventilglieds 72 zunimmt. An der Dichtfläche 81 ist dadurch an deren äußerem Rand eine schmale Dichtkante gebildet, mit der die Dichtfläche 81 am Ventilsitz 79 zur Anlage kommt. Am Ventilglied 72 ist ein in die sich an die Öffnung 78 anschließende Bohrung 64 hineinragender Zapfen 83 angeordnet, der vorzugsweise einstückig am Ventilglied 72 angeformt ist. Der Durchmesser der Bohrung 64 kann anschließend an die Öffnung 78 vergrößert sein, wie dies in Figur 2 dargestellt ist. Der Zapfen 83 ist derart ausgebildet, dass durch diesen bei geöffnetem Steuerventil 70 aus dem Ventildruckraum 77 abströmender Kraftstoff derart umgeleitet wird, dass durch diesen zumindest im wesentlichen keine oder nur eine geringe resultierende Kraft in Richtung

der Längsachse 73 auf das Ventilglied 72 ausgeübt wird. Der Zapfen 83 erstreckt sich in Richtung der Längsachse 73 des Ventilglieds 72 bis auf Höhe von dessen Dichtfläche 81. Der Übergang vom inneren Rand der Dichtfläche 81 zum Zapfen 83 verläuft wie in Figur 2 dargestellt gerundet. Durch den Zapfen 83 wird somit der aus dem Ventildruckraum 77 abströmende Kraftstoff der zunächst entlang der Dichtfläche 81 etwa radial nach innen strömt derart umgeleitet, dass dieser anschließend etwa in Richtung der Längsachse 73 des Ventilglieds 72 in die Bohrung 64 strömt. Die Kraftstoffströmung wird durch den Zapfen 83 somit zunächst um etwa 90° umgelenkt. Der Zapfen 83 weist zu seinem in die Bohrung 64 ragenden Ende hin eine Verdickung 84 auf, so dass dort die Kraftstoffströmung nochmals umgelenkt wird und diese unter einem Winkel γ geneigt zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 von diesem weg verläuft. Der Winkel γ kann zwischen größer als 0° und etwa 90° oder auch mehr als 90° betragen. Der Zapfen 83 kann zwischen seiner Verdickung 84 und der Dichtfläche 81 eine umlaufende Ringnut 85 aufweisen, durch deren in Richtung der Längsachse 73 des Ventilglieds 72 weisende Seitenflächen die Umlenkung der Kraftstoffströmung bewirkt wird. Durch die mehrfache Umlenkung der Kraftstoffströmung an den Seitenflächen der Ringnut 85 gleichen sich die bei der Umlenkung auf das Ventilglied 72 in Richtung von dessen Längsachse 73 bewirkten Kräfte zumindest annähernd aus, so dass auf das Ventilglied 72 insgesamt zumindest annähernd keine oder nur eine geringe Kraft in Richtung der Längsachse 73 durch die Kraftstoffströmung erzeugt wird. Die Übergänge zwischen den Seitenflächen der Ringnut 85 zum Grund der Ringnut 85 und zum Umfang des Zapfens 83 sind jeweils gerundet, um Strömungsverluste gering zu halten.

Am Übergang von der Bohrung 76 in den Ventildruckraum 77 ist eine konische Übergangsfläche 87 vorgesehen, die einen zweiten Ventilsitz bildet. Am Übergang vom Endbereich 75 zum

Schaft 74 ist am Ventilglied 72 eine zweite, konische Dichtfläche 88 angeordnet, die mit dem Ventilsitz 87 zur Steuerung der Verbindung 62 zusammenwirkt. In der zweiten Schaltstellung des Steuerventils 70 liegt das Ventilglied 72 mit seiner zweiten Dichtfläche 88 am zweiten Ventilsitz 87 an, so daß die Verbindung 62 zum Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. In der ersten Schaltstellung des Steuerventils 70 ist das Ventilglied 72 mit seiner zweiten Dichtfläche 88 mit Abstand vom zweiten Ventilsitz 87 angeordnet, so daß die Verbindung 62 zum Pumpenarbeitsraum 22 geöffnet ist. In der ersten Schaltstellung des Steuerventils 70 liegt das Ventilglied 72 mit seiner Dichtfläche 81 am Ventilsitz 79 an.

Es kann vorgesehen sein, dass das Ventilglied 72 durch den Aktor 71 auch in eine dritte Schaltstellung bewegt werden kann, in der es sich zwischen seinen beiden vorstehend erläuterten Schaltstellungen befindet. Durch das Ventilglied 72 wird dabei eine Verbindung des Ventildruckraums 77 mit dem Niederdruckbereich mit geringem Durchflussquerschnitt freigegeben, über die Kraftstoff aus dem Ventildruckraum 77 nur gedrosselt abströmen kann. Bei in seiner dritten Schaltstellung angeordnetem Ventilglied 72 wird somit der Druckaufbau im Steuerdruckraum 52 derart beeinflusst, dass im Steuerdruckraum 52 ein höherer Druck herrscht als bei in seiner ersten Schaltstellung angeordnetem Ventilglied 72, jedoch ein geringerer Druck herrscht als bei in seiner zweiten Schaltstellung angeordnetem Ventilglied 72. Das Steuerventil 70 ist dabei als 3/3-Wegeventil ausgebildet.

In Figur 3 ist eine modifizierte Ausführung des Steuerventils 70 dargestellt, bei der der konische Ventilsitz 87 und die konische Dichtfläche 88 des Ventilglieds 72 entfallen. Stattdessen ist das Ventilglied 72 zur Steuerung der Verbindung 62 als Schieberventilglied ausgebildet. Das Ventilglied 72 kann dabei zum Verschließen

der Verbindung 62 mit seinem Endbereich 75 dicht in die Bohrung 76 eintauchen, wodurch die Verbindung 62 verschlossen wird. Wenn das Ventilglied 72 mit seinem Endbereich 75 aus der Bohrung 76 ausgetaucht und im Ventildruckraum 77 angeordnet ist, so ist die Verbindung 62 freigegeben.

In Figur 4 ist das Steuerventil 70 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der Aufbau im wesentlichen gleich ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel, jedoch die Ausbildung der Dichtfläche 81 modifiziert ist. Die Ausbildung des Zapfens 83 des Ventilglieds 72 ist gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel. Die Dichtfläche 81 ist derart ausgebildet, dass diese sich in einem äußeren Bereich 181 ausgehend von ihrem äußeren Rand radial nach innen dem Ventilsitz 79 annähert. Der Bereich 181 der Dichtfläche 81 ist dabei unter einem Winkel α zu einer Radialebene zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 geneigt, der vorzugsweise zumindest annähernd 5° beträgt. Der Bereich 181 der Dichtfläche 81 weist eine radiale Erstreckung l1 auf, die vorzugsweise etwa 0,3mm beträgt bei einem Durchmesser d des Ventilglieds 72 von etwa 2,5 mm. Die Dichtfläche 81 ist in einem an deren ersten Bereich 181 anschließenden zweiten Bereich 281 derart ausgebildet, dass diese sich vom Ventilsitz 79 entfernt. Der zweite Bereich 281 der Dichtfläche 81 ist dabei unter einem Winkel β zur Radialebene geneigt, der vorzugsweise zumindest annähernd 2° beträgt. Der zweite Bereich 281 der Dichtfläche 81 weist eine radiale Erstreckung l2 auf, die vorzugsweise etwa 0,6mm beträgt. Durch diese Ausbildung der Dichtfläche 81 ist in deren erstem Bereich 181 ein Strömungseinlaufbereich gebildet, in dem der aus dem Ventildruckraum 77 abströmende Kraftstoff in den kleinsten Durchflussquerschnitt zwischen der Dichtfläche 81 und dem Ventilsitz 79 eingeleitet wird, und in deren zweitem Bereich 281 ist ein Strömungsauslaufbereich gebildet, in dem der Kraftstoff aus

dem kleinsten Durchflussquerschnitt ausgeleitet wird. Der Ventilsitz 79 ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel zumindest annähernd eben ausgebildet und liegt in einer Radialebene bezüglich der Längsachse 73 des Ventilglieds 72. Der Übergang vom Mantel des Ansatzes 80 des Ventilglieds 72 zum ersten Bereich 181 der Dichtfläche 81 ist vorzugsweise mit einem Radius R verrundet, wie dies in Figur 4 dargestellt ist. In Figur 5 wird der verbesserte Strömungsverlauf am Ventilglied 72 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel deutlich. Während beim Ventilglied 72 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel Strömungsablösungen beim Eintritt der Strömung in den engsten Durchflussquerschnitt zwischen der Dichtfläche 81 und dem Ventilsitz 79 auftreten, sind derartige Strömungsablösungen beim Ventilglied 72 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel nicht oder zumindest nur in geringerem Ausmaß vorhanden. Hierdurch werden die Strömungsverluste verringert und es wird eine kavitationsfreie Strömung erreicht.

In Figur 6 ist das Steuerventil 70 gemäß einer gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel modifizierten Ausführung dargestellt. Hierbei ist die Dichtfläche 81 am Ventilglied zumindest annähernd eben ausgebildet und liegt in einer Radialebene bezüglich der Längsachse 73 des Ventilglieds 72. Der Ventilsitz 79 ist derart ausgebildet, dass dieser sich in einem äußeren Bereich 179 ausgehend von seinem äußeren Rand radial nach innen der Dichtfläche 81 annähert. Der Bereich 179 des Ventilsitzes 79 ist dabei unter einem Winkel α zu einer Radialebene zur Längsachse 73 des Ventilglieds 72 geneigt, der vorzugsweise zumindest annähernd 5° beträgt. Der Bereich 179 des Ventilsitzes 79 weist ausgehend vom äußeren Rand der Dichtfläche 81 des Ventilglieds eine radiale Erstreckung l_1 auf, die vorzugsweise etwa 0,3 mm beträgt bei einem Durchmesser d des Ventilglieds 72 von etwa 2,5 mm. Der Ventilsitz 79 ist in einem an dessen ersten Bereich 179 anschließenden zweiten Bereich 279 derart

ausgebildet, dass dieser sich von der Dichtfläche 81 entfernt. Der zweite Bereich 279 des Ventilsitzes 279 ist dabei unter einem Winkel β zur Radialebene geneigt, der vorzugsweise zumindest annähernd 2° beträgt. Der zweite Bereich 279 des Ventilsitzes 79 weist eine radiale Erstreckung 12 auf, die vorzugsweise etwa 0,6mm beträgt. Durch diese gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel umgekehrte Anordnung werden dieselben Vorteile hinsichtlich einer optimierten Strömungsführung erreicht wie beim zweiten Ausführungsbeispiel.

Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erläutert. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 wird diesem Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 beginnt die Kraftstoffeinspritzung mit einer Voreinspritzung, wobei das erste Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 67 geschlossen wird, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Durch die Steuereinrichtung 67 wird außerdem das zweite Steuerventil 70 in seine zweite Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden und vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. In diesem Fall kann sich im Steuerdruckraum 52 kein Hochdruck aufbauen. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 und damit im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 so groß ist, daß die durch diesen über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 ausgeübte Druckkraft größer ist als die Summe der Kraft der Schließfeder 44 und der auf den Steuerkolben 50 durch den im Steuerdruckraum 52 wirkenden Restdruck wirkenden Druckkraft, so bewegt sich das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 und gibt die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 frei.

Zur Beendigung der auf diese Weise erfolgenden Voreinspritzung wird durch die Steuereinrichtung das zweite

Steuerventil 70 in seine erste Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Entlastungsraum 24 getrennt und mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist. Das erste Steuerventil 68 bleibt in seiner geschlossenen Stellung. Im Steuerdruckraum 52 baut sich dabei Hochdruck wie im Pumpenarbeitsraum 22 auf, so daß auf den Steuerkolben 50 eine große Druckkraft in Schließrichtung wirkt und das Einspritzventilglied 28 in seine Schließstellung bewegt wird.

Für eine nachfolgende Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 67 in seine zweite Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden und vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt ist. Das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet dann infolge der reduzierten Druckkraft auf den Steuerkolben 50 und das Einspritzventilglied 28 bewegt sich in seine Öffnungsstellung.

Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 67 in seine erste Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Entlastungsraum 24 getrennt und mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden ist und sich in diesem Hochdruck aufbaut und über die auf den Steuerkolben 50 wirkende Kraft das Kraftstoffeinspritzventil 12 geschlossen wird. Nach der Haupteinspritzung kann noch eine Nacheinspritzung erfolgen, zu der das zweite Steuerventil 70 in seine zweite Schaltstellung gebracht wird. Zur Beendigung der Nacheinspritzung wird das zweite Steuerventil 70 wieder in seine erste Schaltstellung gebracht und/oder das erste Steuerventil 68 geöffnet.

Ein wie vorstehend beschrieben ausgebildetes Steuerventil 70 kann auch bei anderen Kraftstoffeinspritzeinrichtungen oder

Hochdruckflüssigkeitssystemen zur Steuerung einer Verbindung verwendet werden. Das Steuerventil 70 kann auch als 2/2-Wegeventil, als 2/3-Wegeventil oder als 3/3-Wegeventil ausgebildet sein.

Ansprüche

1. Ventil zur Steuerung einer Verbindung in einem Hochdruckflüssigkeitssystem, insbesondere einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem Ventilglied (72), das in Richtung seiner Längsachse (73) verschiebbar geführt ist, das in einen Ventildruckraum (77) ragt, in dem zumindest zeitweise Hochdruck herrscht, und im Ventildruckraum (77) an einer quer zu seiner Längsachse (73) verlaufenden Stirnseite eine Dichtfläche (81) aufweist, mit der es mit einem quer zu seiner Längsachse (73) verlaufenden Ventilsitz (79) zum zumindest weitgehenden Verschließen einer vom Ventilsitz (79) umgebenen Öffnung (78) gegenüber dem Ventildruckraum (77) zusammenwirkt, wobei sich an die Öffnung (78) eine Verbindung (64) zu einem Niederdruckbereich anschließt, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (72) einen in die Verbindung (64) ragenden Zapfen (83) aufweist, durch den bei mit seiner Dichtfläche (81) vom Ventilsitz (79) abgehobenem Ventilglied (72) aus dem Ventildruckraum (77) abströmende Flüssigkeit derart geleitet wird, dass durch diese zumindest annähernd keine oder nur eine geringe resultierende Kraft auf das Ventilglied (72) in Richtung seiner Längsachse (73) ausgeübt wird.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Ventildruckraum (77) abströmende Flüssigkeit durch den Zapfen (83) zunächst derart umgelenkt wird, dass diese zumindest annähernd in Richtung der Längsachse (73) des Ventilglieds (72) entlang dem Ventilglied (72) in die Verbindung (64) strömt.

3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die abströmende Flüssigkeit durch den Zapfen (83) anschließend derart umgelenkt wird, dass diese unter einem Winkel γ zur Längsachse (73) des Ventilglieds (72) geneigt von diesem weg strömt.

4. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Zapfen (83) zur Strömungsumlenkung der abströmenden Flüssigkeit eine umlaufende Ringnut (85) aufweist, die sich in Richtung der Längsachse (73) des Ventilglieds (72) zumindest annähernd bis auf Höhe der Dichtfläche (81) des Ventilglieds (72) erstreckt.

5. Ventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtfläche (81) am Ventilglied (72) und/oder der Ventilsitz (79) derart ausgebildet ist, dass der Abstand zwischen der Dichtfläche (81) und dem Ventilsitz (79) in Richtung der Längsachse (73) des Ventilglieds (72) ausgehend vom äußeren Rand des Ventilglieds (72) radial nach innen zunächst abnimmt und anschließend radial nach innen wieder zunimmt.

6. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtfläche (81) des Ventilglieds (72) zumindest annähernd eben ausgebildet ist.

7. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (79) zumindest annähernd eben ausgebildet ist.

Fig. 1

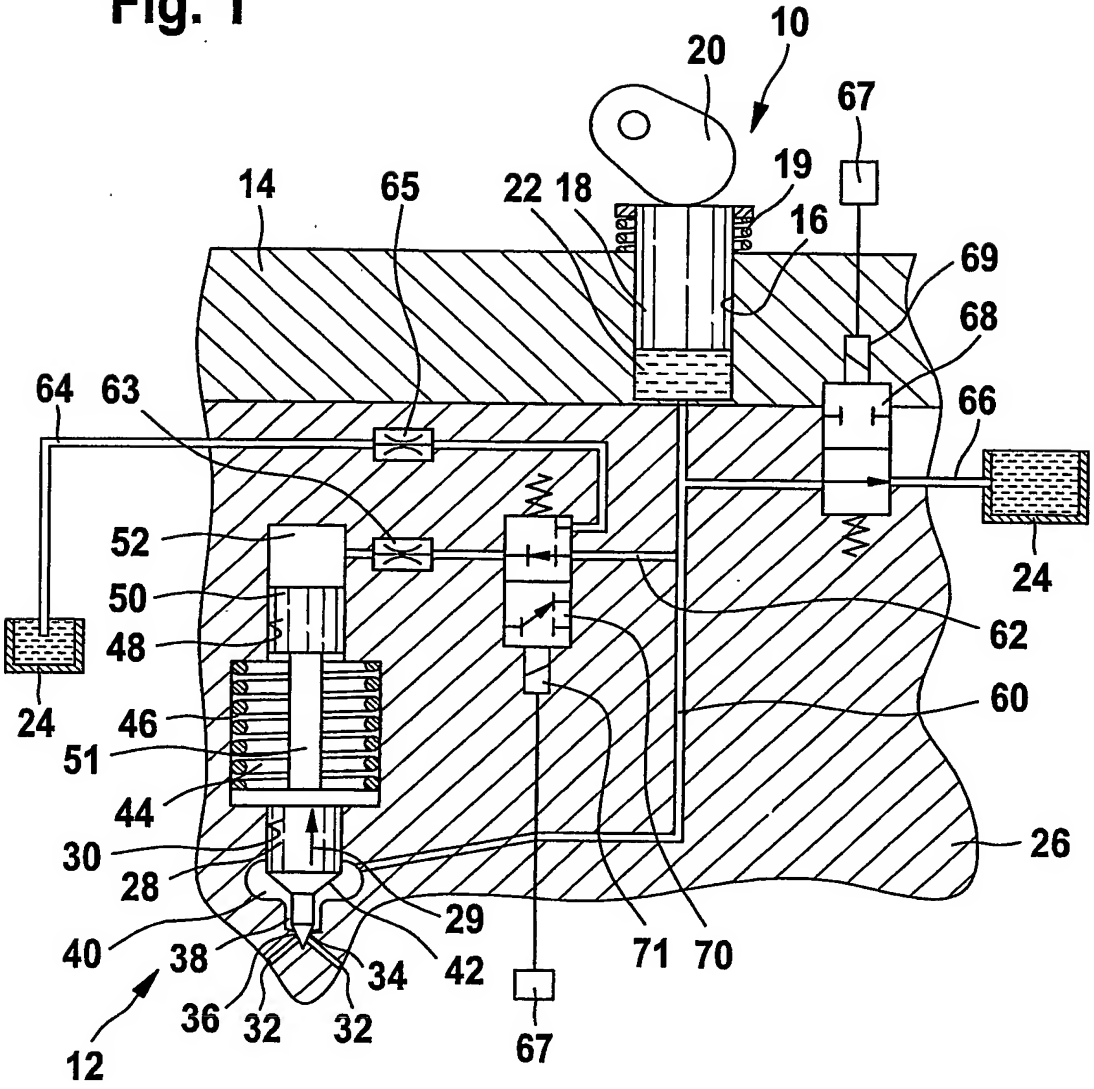


Fig. 2

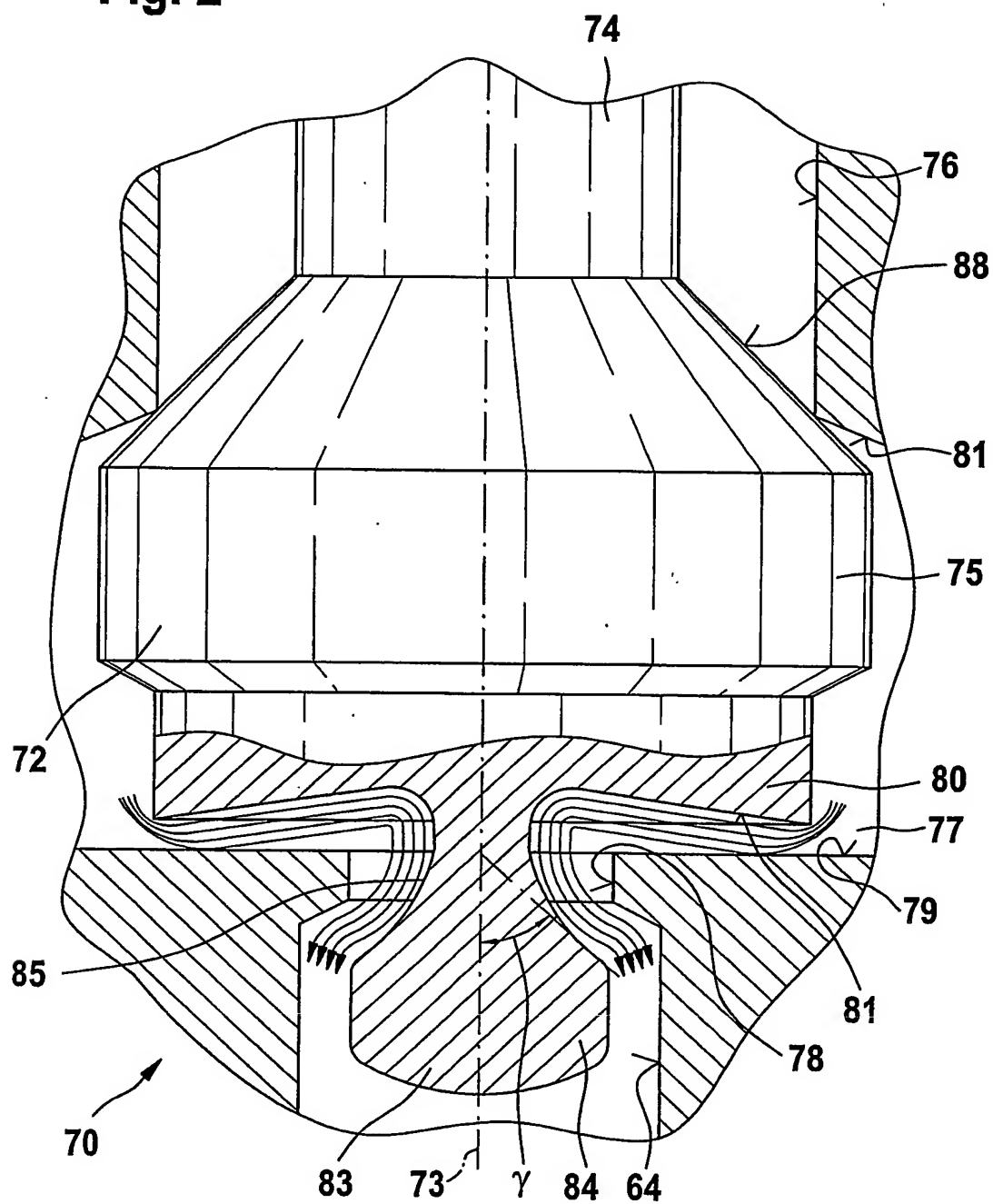


Fig. 3

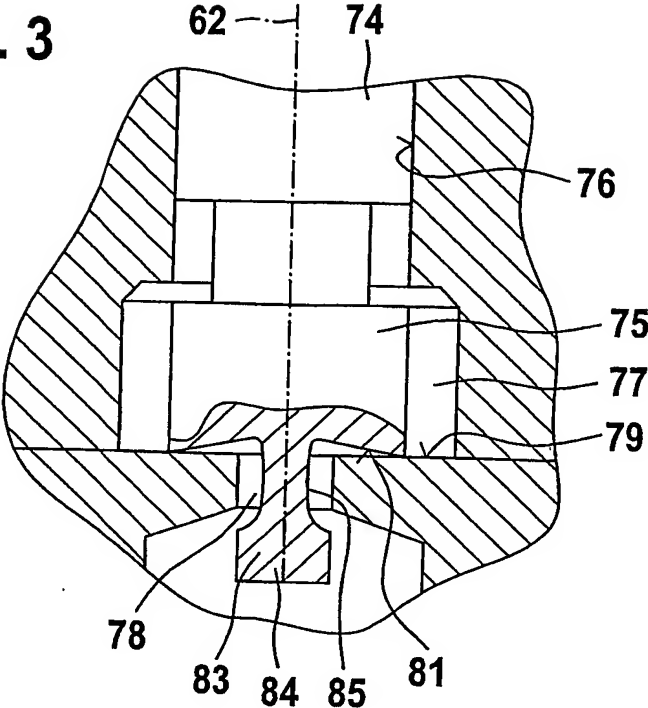


Fig. 4

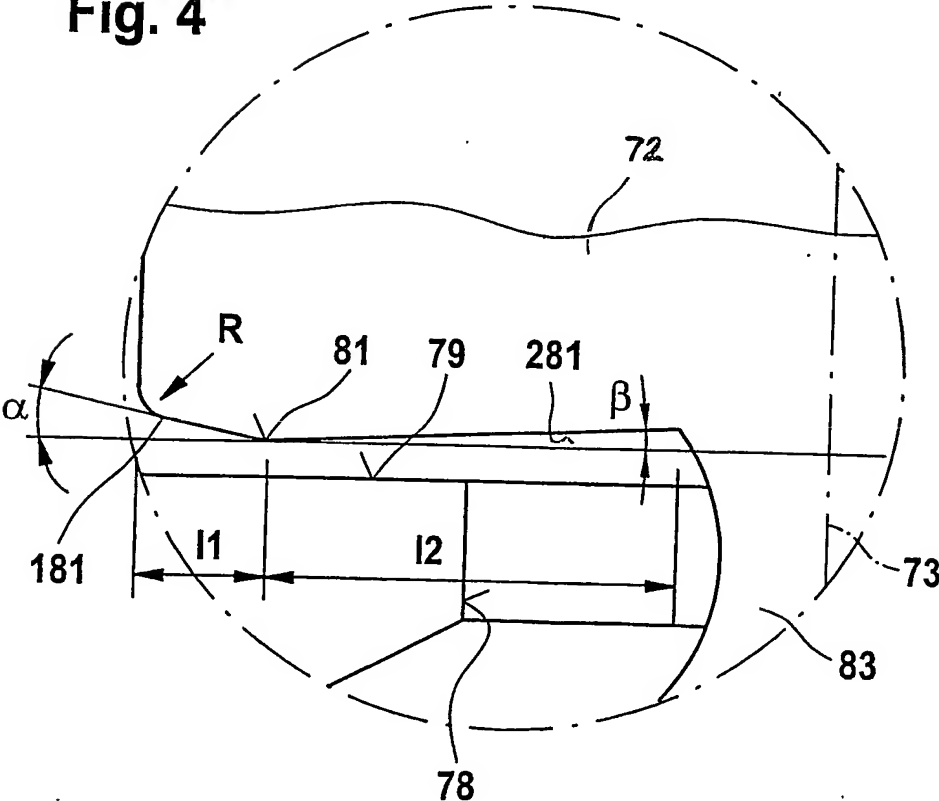


Fig. 5

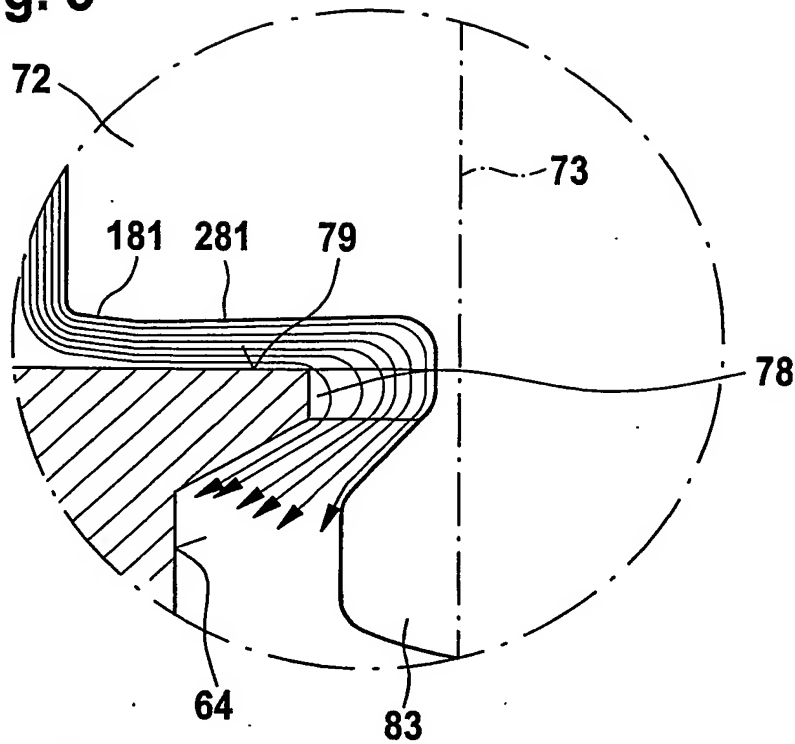
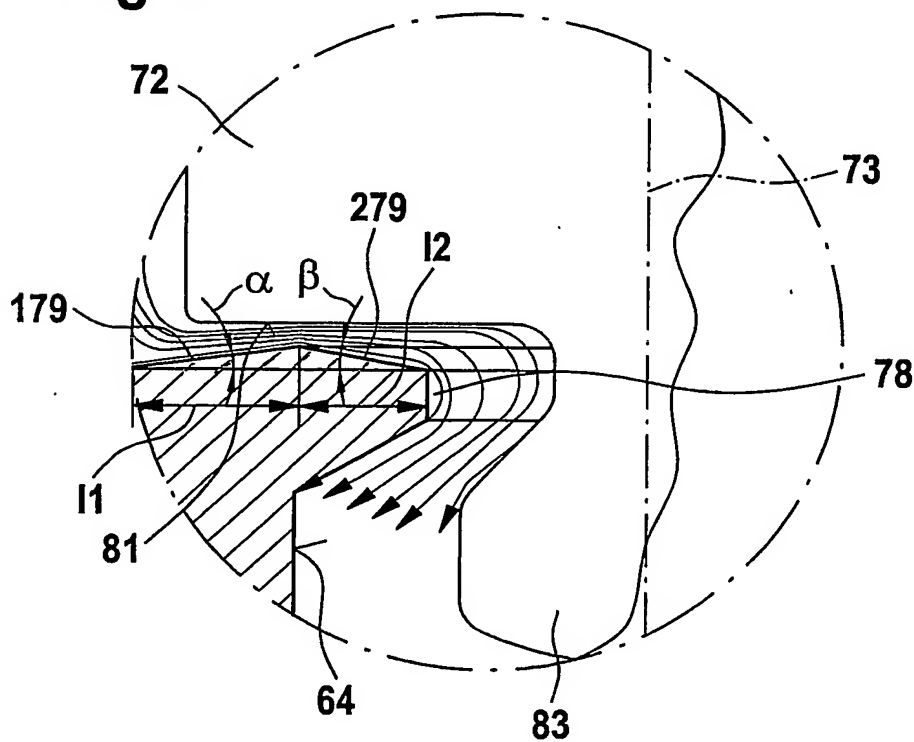


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001744

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02M59/46 F02M47/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 364 282 B1 (TIAN STEVEN Y ET AL) 2 April 2002 (2002-04-02)	1-3
Y	column 6, line 54 - column 7, line 27; figures 1-7, 8a, 8b, 8c, 8d, 9	4-7
Y	US 4 653 455 A (EBLEN EWALD ET AL) 31 March 1987 (1987-03-31) figure 3	4-7
X	DE 42 36 882 C (DAIMLER BENZ AG) 21 April 1994 (1994-04-21) figures 2, 3	1
A	WO 03/058052 A (BOSCH GMBH ROBERT ; GRABANDT PETER (DE); POTSCHIN ROGER (DE)) 17 July 2003 (2003-07-17) figure 2	1
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 December 2004

Date of mailing of the international search report

29/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Morales, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001744

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 840 003 A (LUCAS IND PLC ; CATERPILLAR INC (US)) 6 May 1998 (1998-05-06) cited in the application figures 1-3</p> <p>-----</p>	1

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001744

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6364282	B1	02-04-2002	DE 69918058 D1 EP 1053397 A1 JP 2002531769 T WO 0034647 A1	22-07-2004 22-11-2000 24-09-2002 15-06-2000
US 4653455	A	31-03-1987	DE 3523536 A1 AT 59434 T BR 8504429 A DE 3581160 D1 EP 0178427 A2 ES 8701304 A1 JP 1860248 C JP 61072867 A JP 5074709 B SU 1632375 A3	27-03-1986 15-01-1991 15-07-1986 07-02-1991 23-04-1986 16-02-1987 27-07-1994 14-04-1986 19-10-1993 28-02-1991
DE 4236882	C	21-04-1994	DE 4236882 C1	21-04-1994
WO 03058052	A	17-07-2003	DE 10200531 A1 WO 03058052 A1 EP 1466086 A1 US 2004149838 A1	24-07-2003 17-07-2003 13-10-2004 05-08-2004
EP 0840003	A	06-05-1998	DE 69718275 D1 DE 69718275 T2 EP 0840003 A1 ES 2189927 T3 JP 10148167 A US 5915623 A	13-02-2003 02-10-2003 06-05-1998 16-07-2003 02-06-1998 29-06-1999

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001744

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02M59/46 F02M47/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 364 282 B1 (TIAN STEVEN Y ET AL) 2. April 2002 (2002-04-02)	1-3
Y	Spalte 6, Zeile 54 - Spalte 7, Zeile 27; Abbildungen 1-7, 8a, 8b, 8c, 8d, 9	4-7
Y	US 4 653 455 A (EBLEN EWALD ET AL) 31. März 1987 (1987-03-31) Abbildung 3	4-7
X	DE 42 36 882 C (DAIMLER BENZ AG) 21. April 1994 (1994-04-21) Abbildungen 2, 3	1
A	WO 03/058052 A (BOSCH GMBH ROBERT ; GRABANDT PETER (DE); POTSCHIN ROGER (DE)) 17. Juli 2003 (2003-07-17) Abbildung 2	1
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Dezember 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/12/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Morales, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 840 003 A (LUCAS IND PLC ; CATERPILLAR INC (US)) 6. Mai 1998 (1998-05-06) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-3 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001744

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6364282	B1	02-04-2002	DE 69918058 D1 22-07-2004 EP 1053397 A1 22-11-2000 JP 2002531769 T 24-09-2002 WO 0034647 A1 15-06-2000
US 4653455	A	31-03-1987	DE 3523536 A1 27-03-1986 AT 59434 T 15-01-1991 BR 8504429 A 15-07-1986 DE 3581160 D1 07-02-1991 EP 0178427 A2 23-04-1986 ES 8701304 A1 16-02-1987 JP 1860248 C 27-07-1994 JP 61072867 A 14-04-1986 JP 5074709 B 19-10-1993 SU 1632375 A3 28-02-1991
DE 4236882	C	21-04-1994	DE 4236882 C1 21-04-1994
WO 03058052	A	17-07-2003	DE 10200531 A1 24-07-2003 WO 03058052 A1 17-07-2003 EP 1466086 A1 13-10-2004 US 2004149838 A1 05-08-2004
EP 0840003	A	06-05-1998	DE 69718275 D1 13-02-2003 DE 69718275 T2 02-10-2003 EP 0840003 A1 06-05-1998 ES 2189927 T3 16-07-2003 JP 10148167 A 02-06-1998 US 5915623 A 29-06-1999

BEST AVAILABLE COPY